

DEKOLORISASI AMARANTH OLEH ISOLAT BAKTERI DARI LIMBAH  
INDUSTRI TEKSTIL DAN JAMU DALAM KONDISI AEROB DAN ANAEROB

(DECOLORIZATION OF AMARANTH DYE BY ISOLATED BACTERIA FROM WASTE OF  
TEXTILE AND HERB INDUSTRY UNDER AEROBIC AND ANAEROBIC CONDITIONS)

Oleh:

Diah Ayu P.G

NIM: 412013023

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains (Biologi) dari Program Studi Biologi, Fakultas Biologi



Program Studi Biologi

Fakultas Biologi

Universitas Kristen Satya Wacana

Salatiga

2017

DEKOLORISASI AMARANTH OLEH ISOLAT BAKTERI DARI LIMBAH INDUSTRI  
TEKSTIL DAN JAMU DALAM KONDISI AEROB DAN ANAEROB

(DECOLORIZATION OF AMARANTH DYE BY ISOLATED BACTERIA FROM WASTE OF  
TEXTILE AND HERB INDUSTRY UNDER AEROBIC AND ANAEROBIC CONDITIONS)

Oleh:

Diah Ayu P.G

NIM: 412013023

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Program Studi: Biologi, Fakultas: Biologi guna memenuhi  
sebagian dari persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Sains (Biologi)

Disetujui oleh,  
Pembimbing



Dr. V. Irene Meltiniarti, M.P

Diketahui oleh,  
Kaprod,



Drs. Suahyo, M.Sc.

Disahkan oleh,  
Plt. Dekan,



Prof. Dr. Ferdy S. Rondonuwu, M.Sc.

1956

## Kata Pengantar

Puji syukur penulis sampaikan kepada kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, anugerah dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir “Kemampuan Isolat Bakteri dari Limbah Industri Tekstil dan Jamu dalam Mereduksi Amaranth pada Kondisi Aerob dan Anaerob”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains (Biologi) Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. V. Irene Meitiniarti, M.P, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang dengan sabar telah membantu dan mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian maupun dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberi motivasi dan arahan kepada penulis.
3. Seluruh dosen dan laboran Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga yang memfasilitasi dan memberikan masukan kepada penelitian penulis.
4. Teman – teman Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga yang senantiasa memberikan dukungan.
5. Bapak Drs.Sucahyo, M.Sc selaku kepala program studi fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga yang telah memberikan izin melaksanakan tugas akhir.

Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi rekan-rakan mahasiswa Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana atau bagi yang memerlukannya. Segala kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini kiranya dapat dimaklumi. Tuhan memberkati.

Salatiga, 30 Januari 2017



### PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diah Ayu Paramitaning Gandini  
NIM : 412013023 Email : 412013023@student.uksw.edu  
Fakultas : Biologi Program Studi : Biologi  
Judul tugas akhir : Dekolorisasi Amarant oleh Isolat Bakteri Dari Limbah Industri Tekstil dan Jamu dalam Kondisi Aerob dan Anaerob  
Pembimbing : 1. Dr. V. Irene Meitiniarti, M.P.  
2. \_\_\_\_\_

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Kristen Satya Wacana maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/terjemahan melainkan merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing akademik dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen Satya Wacana.

Salatiga, 30 Januari 2017



Tanda tangan & nama terang mahasiswa  
(Diah Ayu P. G.)



### PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diah Ayu Paramitoning Gandini  
NIM : 41.2013023 Email : 412013023@student.uksw.edu  
Fakultas : Biologi Program Studi : Biologi  
Judul tugas akhir : Dekolorisasi Amaranth oleh Isolat Bakteri dari Limbah Industri Tekstil dan Jamu dalam Kondisi Aerob dan Anaerob

Dengan ini saya menyerahkan hak *non-eksklusif*\* kepada Perpustakaan Universitas – Universitas Kristen Satya Wacana untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak yang sesuai):

- ☒ a. Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA
- ☐ b. Saya tidak mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repositori Perpustakaan Universitas, dan/atau portal GARUDA\*\*

\* Hak yang tidak terbatasnya bagi satu pihak saja. Pengajar, peneliti, dan mahasiswa yang menyerahkan hak non-eksklusif kepada Repositori Perpustakaan Universitas saat mengumpulkan hasil karya mereka masih memiliki hak copyright atas karya tersebut.

\*\* Hanya akan menampilkan halaman judul dan abstrak. Pilihan ini harus dilampiri dengan penjelasan/ alasan tertulis dari pembimbing I dan diketahui oleh pimpinan fakultas (dekan/aprodi).

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Salatiga, 30 Januari 2017

Diah Ayu P.G

Tanda tangan & nama terang mahasiswa

Mengetahui,

Dr. V. Irene Meitumarti M.P.

Tanda tangan & nama terang pembimbing I

Tanda tangan & nama terang pembimbing II

## DAFTAR ISI

Halaman Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar.....	iii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES.....	v
DAFTAR ISI.....	1
Abstrak.....	3
Abstract.....	4
Bab I Pendahuluan.....	5
1.1. Latar Belakang.....	5
1.2. Tujuan Penelitian.....	7
Bab II Metodologi Penelitian.....	8
2.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	8
2.2. Tahapan Penelitian.....	8
1. Isolat bakteri pendekolorisasi pewarna.....	8
2. Medium pemeliharaan dan medium pengujian.....	8
3. Pengujian kemampuan dekolorisasi Amaranth.....	8
4. Analisis Paramter.....	8
Bab III Hasil dan Pembahasan.....	10
3.1. Pertumbuhan dan kemampuan dekolorisasi Amaranth oleh bakteri pada kondisi aerob dan anaerob.....	10
3.2. Pertumbuhan Isolat terhadap Nilai COD pada Kondisi Aerob dan Anaerob.....	15
3.3. Dekolorisasi Amaranth oleh Isolat Textile, Isolat Jamu dan Enterococcus faecalis ID6017 pada Kondisi Aerob dan Anaerob.....	16
Bab IV Penutup.....	18

4.1 Kesimpulan.....	18
Daftar Pustaka.....	19
Lampiran .....	21





## Abstrak

Bertambahnya jumlah industri yang menggunakan pewarna sebagai bahan utama produksi, menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Limbah yang mengandung pewarna merupakan salah satu pencemar lingkungan dan menjadi salah satu penyumbang kerusakan lingkungan. Diperlukan alternatif pengolahan secara biologi sebagai cara yang paling ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia. Pengolahan ini memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi zat pewarna dari struktur kompleks menjadi sederhana. Bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi pewarna dapat ditemukan pada limbah yang mengandung pewarna. Telah berhasil diisolasi dua isolat bakteri yang diduga mampu mendegradasi pewarna. Isolat bakteri ini diperoleh dari limbah industri tekstil (isolat A) dan limbah industri jamu (isolat B). Kemampuan kedua isolat bakteri ini belum diketahui. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan dan efektivitas ke dua isolat bakteri dalam mereduksi Amaranth, dengan *Enterococcus faecalis* ID 6017 sebagai pembanding. Penelitian ini menggunakan dua kondisi yaitu statis dan diagitasi pada kecepatan 120 rpm. Parameter yang diuji meliputi konsentrasi warna, kadar biomassa, potensi mereduksi Amaranth dan kadar COD. Medium yang digunakan adalah Nutrient Broth dengan Amaranth 80 ppm. Pengambilan sampel dilakukan pada jam 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, dan 48. Hasil penelitian menunjukkan, secara keseluruhan potensi degradasi Amaranth paling baik pada kondisi anaerob. Akan tetapi potensi tertinggi dalam mereduksi Amaranth terdapat pada kondisi aerob yaitu isolat A, sebesar 0,229 mg/L pada jam ke 48. Degradasi paling baik terjadi pada kondisi anaerob. Berdasarkan perbandingan efektivitas dan potensi ketiga isolat dalam degradasi Amaranth, disimpulkan isolat A dan B memiliki kemampuan lebih tinggi dibandingkan *Enterococcus faecalis* ID 6017. Hal ini menunjukkan bahwa Amaranth sebagai bahan organik digunakan sebagai sumber karbon yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Dari penelitian ini diketahui bahwa isolat A memiliki potensi mereduksi Amaranth paling tinggi.

Kata kunci: Amaranth, Dekolorisasi, Statis, Agitasi, Bakteri pereduksi



## Abstract

The increasing number of industry growth in Indonesia that use dye stuffs as the raw material gives negative impacts for environmental quality. This was needed to develop an alternative using biology methods in wastewater treatment involving high dye degrading bacteria, because it is more effective and environmental friendly. It is known that some microorganisms, including bacteria can degrade azo dyes from the complex structure into smaller structure. Recently reports indicated that this bacteria involved in the wastewater treatment. Recently reports have successfully isolated 2 bacteria from waste textile (A isolate) and herb industrial (B isolate) that estimatedly has potention to decolorize. The ability of these isolate haven't known in the decolorization process. The research's objectives are to know and compare the decolorization ability and effectiveness of both isolate bacterial using *Enterococcus faecalis* ID 6017 as the comparison. This research uses aerobic (agitation 120 rpm) and anaerobic (static) conditions as the state of the research process. The parameters that are tested are Amaranth concentration, biomass level, decolorization and chemical optical demand. The bacterial isolate was inoculated in Nutrient Broth with 80 ppm of Amaranth for growth medium. Each parameters were monitored by measuring the absorbance difference wave length at different time intervals 0,2,4,6,8,10,12,24 and 48 h. This research result shows that the best degrading Amaranth potential was under anaerobic condition. The highest degrading Amaranth potential was observed 0,229 mg/L by A isolate under aerobic condition at 48 h. The present research indicates potential of A and B isolate to decolorize Amaranth are higher than *Enterococcus faecalis* ID 6017, it supported by significant effectiveness and potential degrading value. It shows that Amaranth is an organic compound as carbon source for growth. This research shows that the best degrading potential of Amaranth was A isolate.

Key words: Amaranth, Decolorization, Static, Agitation, Degrading Bacteria

## Bab I.

### Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Limbah pewarna merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan karena merupakan bahan pencemar yang kompleks. Keberadaan limbah pewarna dalam perairan menurut Wijaya (2006) dapat mengganggu penetrasi sinar matahari, yang akan mengakibatkan kehidupan organisme dalam perairan menjadi terganggu dan dapat mengancam kelestarian ekosistem akuatik. Keberadaan pewarna dan hasil degradasinya di lingkungan berpotensi membahayakan kesehatan karena degradasinya yang bersifat toksik, mutagenik atau karsinogenik (Chung et al. 1981; Sweeney et al. 1994).

Pewarna azo merupakan pewarna sintesis yang paling banyak digunakan dalam industri, seperti industri tekstil, farmasi, makanan dan kosmetik (Zollinger 1987 dalam Plumb et al. 2001). Pewarna azo merupakan senyawa kimia kompleks yang tersusun atas molekul dengan struktur elektron terdelokalisasi dan mengandung dua gugus, yaitu gugus kromofor dan gugus auxokrom. Gugus kromofor berfungsi sebagai penerima elektron, sedangkan auxokrom sebagai pemberi elektron yang mengatur kelarutan warna. Yang termasuk dalam gugus kromofor adalah gugus Azo ( $-N=N-$ ), gugus karbonil ( $-C=O$ ), gugus etilen ( $-C=C-$ ), dan gugus nitro ( $-NO_2$ ). Sedangkan beberapa gugus auxokrom yang penting adalah  $-NH_2$ ,  $-COOH$ ,  $-SO_3H$  dan  $-OH$ . Pewarna azo mudah dimodifikasi dan disintesis, serta mempunyai variasi struktural dan warna terbanyak (Meyer 1981 dalam Cripps et al. 1990). Berdasarkan jumlah kromofornya, pewarna azo dapat digolongkan sebagai monoazo, diazo dan triazo (Suntoro, 1983). Salah satu contoh pewarna azo adalah Amaranth.

Diperkirakan penggunaan pewarna terus meningkat per tahun. Sekitar 60 - 70% nya merupakan pewarna azo (Carliell et al. 1995 dalam Tan and Field 2000). Dari sejumlah warna yang digunakan diperkirakan sebanyak  $\pm 10 - 15\%$  tercuci selama proses pewarnaan (Vaidya and Datye dalam Tan and Field, 2000), dan masuk ke dalam badan air. Walaupun demikian, beberapa mikroorganisme mampu mendegradasi pewarna azo (Khehra et al. 2004). Penggunaan mikroorganisme untuk mendegradasi pewarna azo merupakan cara yang terus dikembangkan. Untuk menghilangkan pewarna azo dari limbah, dapat dilakukan dengan pengolahan secara biologis, diawali dengan reduksi anaerob terhadap pewarna azo yang diikuti proses transformasi aerobik terhadap amina aromatik (Van der Zee 2002).

Degradasi pewarna azo oleh mikroorganisme diawali dengan reduksi ikatan azo (kromofor) oleh enzim azoreductase (Williamson 1989; Zimmermann et al. 1982). Enzim azoreductase memutuskan ikatan azo sehingga menghasilkan senyawa antara berupa sulfanilic acid dan 1-amino-2-naphthol (Zimmermann et al. 1982). Hasil degradasi merupakan senyawa amina aromatis yang tidak berwarna, sehingga proses awal degradasi ini biasa disebut dekolorisasi.

*Enterococcus faecalis* ID 6017 merupakan salah satu bakteri yang diketahui mampu mendekolorisasi pewarna azo, Orange II atau Acid Orange 7 (Hendrawan 2004; Sutanto 2005), dan Reactive Red 2 (Napitupulu 2002; Handayani 2003). Bakteri *Enterococcus faecalis* ID 6017 diisolasi dari limbah tekstil Damatex (Setiabudi 1997 dalam Liem 1997) dan sebelumnya dikenal sebagai *Pseudomonas* sp. SWCU 96-101 (Meitiniarti dan Timotius 2003).

Dalam mendekolorisasi pewarna, mikroorganisme membutuhkan kondisi lingkungan yang ideal untuk tumbuh. Kondisi lingkungan yang berpengaruh antara lain konsentrasi substrat, komposisi medium, konsentrasi pewarna, pH, sumber karbon, ketersediaan oksigen, dan nitrogen (Chang et al. 2001; Kapdan et al. 2003; Mendez-Paz et al. 2005). Selain itu, dalam proses dekolorisasi warna, juga dipengaruhi oleh jumlah biomassa dan fase pertumbuhan. Berdasarkan penelitian Sutanto, 2005 *Enterococcus faecalis* mampu tumbuh optimal pada pH 7. Pada proses dekolorisasi, diperlukan donor electron untuk memacu aktivitas enzimatis (azoreduktase) untuk memutuskan ikatan kromofor pewarna.

Penilaian terhadap kekuatan pencemaran suatu limbah dapat diwakili oleh jumlah kandungan COD (Mara, 1976). Nilai COD digunakan untuk mengetahui jumlah oksigen yang digunakan oleh kalium bikromat untuk mengoksidasi senyawa organik. Semakin tinggi nilai COD berarti tinggi pula kandungan senyawa organik dalam limbah, baik yang sulit diurai secara biologi maupun yang tidak dapat diurai secara biologi.

Pada penelitian sebelumnya telah berhasil diperoleh isolat bakteri pendekolorisasi pewarna dari limbah industri tekstil dan jamu. Isolat tersebut memiliki kemampuan tinggi dalam mendekolorisasi pewarna tekstil, akan tetapi belum diketahui jenis dan kemampuannya. Mengingat kepentingan mikroba pendegradasi pewarna dalam mengurangi kandungan pewarna dalam air limbah, maka penelitian lebih lanjut terhadap isolat bakteri ini perlu dilakukan. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui kemampuan dan membandingkan efektifitas isolat – isolat bakteri dalam mereduksi Amaranth pada kondisi aerob dan anaerob.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri pelarut warna dalam mereduksi pewarna Amaranth pada kondisi aerob dan anaerob, serta membandingkan efektifitas bakteri pelarut warna dalam mereduksi pewarna Amaranth pada kondisi aerob dan anaerob.



## Bab II.

### Metodologi Penelitian

#### 2.1. Waktu dan Tempat Kerja Praktik

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Biologi yang beralamat di jalan Diponegoro 52- 60, Salatiga pada tanggal 7 Oktober – 7 Desember 2016. Penelitian dilaksanakan setiap hari Senin-Jum'at dari pukul 07.00 – 16.00 WIB.

#### 2.2. Tahapan Penelitian

##### 1. Isolat bakteri pendekolorisasi pewarna

Penelitian ini menggunakan dua isolat bakteri pereduksi warna (isolate A dan B) yang telah diperoleh sebelumnya dan *Enterococcus faecalis* ID 6017 sebagai pembanding. Isolat A memiliki ciri – ciri berbentuk basil gram negative, sedangkan isolate B memiliki ciri – ciri berbentuk coccus gram negative. Ketiga kultur bakteri ini diperoleh dari Laboratorium di Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Dua isolat bakteri pereduksi warna yang telah diperoleh berasal dari industri tekstil dan jamu sekitar wilayah Salatiga.

##### 2. Medium pemeliharaan dan medium pengujian

Ketiga isolate ditumbuhkan pada medium pemeliharaan NB (Nutrient Broth). Isolat diremajakan dengan memindahkan ke medium baru setelah kultur berusia 48 jam.

##### 3. Pengujian kemampuan dekolorisasi Amaranth

Isolat yang telah dikulturkan pada 100 ml medium NB usia 48 jam, diukur OD sel untuk menyamakan jumlah sel. Kultur tersebut diinokulasikan ke dalam medium NB yang mengandung pewarna Amaranth 80 mg/L. Kultur tersebut diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang dengan kondisi statis dan diagitasi (120 rpm). Pengambilan sampel dilakukan mulai dari jam 0,4,8,12,18,24,36 dan 48.

##### 4. Analisis Paramter

###### a. Konsentrasi Amaranth

Konsentrasi warna dilakukan dengan mengukur absorbansi Amaranth dalam kultur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm. Pengambilan sampel dilakukan mulai dari jam 0,4,8,12,18,24,36 dan 48. Nilai absorbansi Amaranth dikonversi ke kadar warna menggunakan persamaan kurva standar Amaranth ( $Y=aX + b$ ). Larutan seri

Amaranth yang digunakan adalah konsentrasi 20, 40, 60, 80 ppm. Nilai absorbansi dan nilai konsentrasi yang diperoleh diplotkan sebagai sumbu Y dan X untuk penentuan persamaan garis linier ( $Y=aX + b$ ).

b. Biomassa sel

Penentuan kadar biomassa setiap pengambilan sampel melalui perhitungan kadar biomassa saat  $n$  ( $X_n$ ) =  $(OD_n / OD_t)$ . Dimana  $X_n$  adalah kadar biomassa saat jam ke  $n$ ,  $OD_n$  adalah OD saat jam ke  $n$ , dan  $OD_t$  adalah OD saat jam terakhir (ke  $t$ ), dan biomassa saat terakhir (ke  $t$ ).

c. COD

Preparasi larutan standar yang mengandung konsentrasi COD yang diketahui dengan mengencerkan sejumlah volume larutan stok KHP menjadi 100mL. Larutan standar atau sampel sebanyak 2,5 ml dipindahkan ke dalam tabung digesti dan ditambahkan 1.5 ml larutan digesti. Masing – masing tabung tersebut ditambahkan  $H_2SO_4$ /  $Ag_2SO_4$ . Tabung tersebut ditempatkan dalam oven pemanas  $150^\circ C$  selama 2 jam dan didiamkan hingga dingin selama 1 malam. Pada hari berikutnya, larutan standar atau sampel dipindahkan ke kuvet 1 cm dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm dengan blanko air. Nilai absorbansi larutan standar dan konsentrasi COD yang diketahui diplotkan untuk mengetahui persamaan garis kalibrasinya. Nilai absorbansi sampel yang diketahui, dibandingkan dengan kurva/garis kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi COD pada sampel.

d. Kemampuan mereduksi Amaranth

Kemampuan isolate dalam mereduksi warna diketahui dari pengurangan konsentrasi warna dibagi biomassa sel, dapat dihitung melalui rumus

$$\frac{KpA}{A} \times \frac{1}{\Delta t}$$

Keterangan:

KpA = Kemampuan isolate mereduksi Amaranth

A = Pengurangan konsentrasi Amaranth (mg/L Amaranth)

$\Delta t$  = Biomassa sel (mg/L biomassa/ jam)



### Bab III.

#### Hasil dan Pembahasan

##### 3.1. Pertumbuhan dan kemampuan dekolorisasi Amaranth oleh bakteri pada kondisi aerob dan anaerob

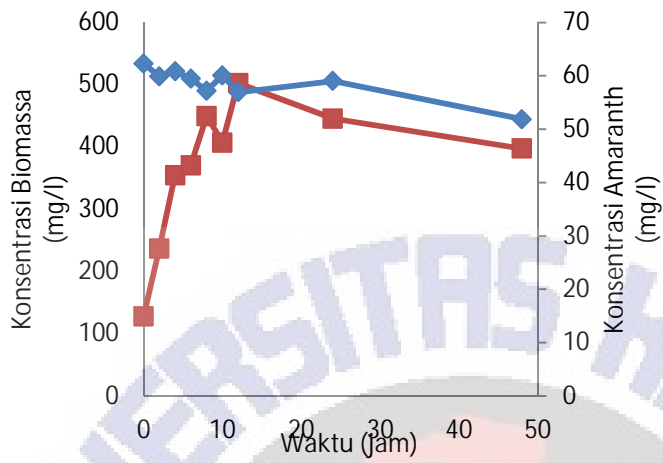
Dari hasil penelitian membuktikan bahwa ketiga isolat yaitu *Enterococcus faecalis* ID6017, isolat A dan B mampu tumbuh pada medium NB yang mengandung 80 mg/l pewarna Amaranth. Pada gambar 3.1.1 dan 3.1.2 menunjukkan perbandingan pola pertumbuhan antar ketiga isolat pada kondisi aerob dan anaerob. Untuk tiap waktu pengukuran terjadi peningkatan biomassa diikuti dengan menurunnya konsentrasi Amaranth.

Produksi biomassa diketahui berbanding lurus dengan penurunan konsentrasi pewarna. Hal ini menunjukkan bahwa pewarna yang merupakan bahan organik dapat digunakan sebagai sumber karbon yang digunakan untuk pertumbuhan. Menurut Pearce et al (2003), bahan organik ini digunakan sebagai donor electron dan sebagai sumber karbon. Sumber karbon akan dimanfaatkan oleh sel untuk menghasilkan ATP kemudian dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan sel (Schlegel, 1994).

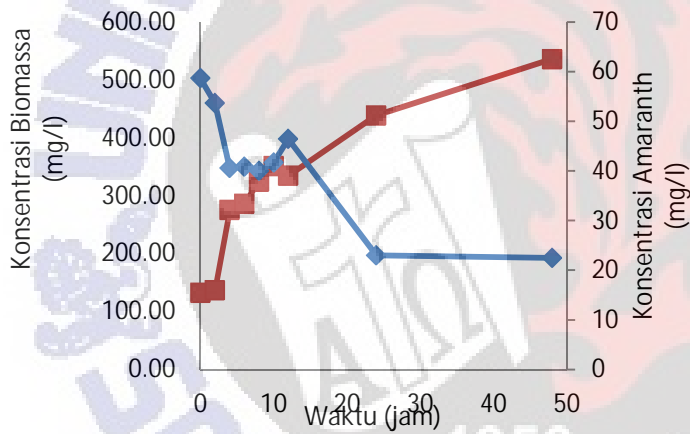
Gambar 3.1.1 menunjukkan pertumbuhan ketiga isolat pada kondisi aerob. Pada kondisi ini, kemampuan isolat A dan B dalam mereduksi warna sebesar 0,089 mg/L dan 0,229 mg/L, sedangkan isolat *Enterococcus faecalis* ID 6017 sebesar 0,038 mg/L.



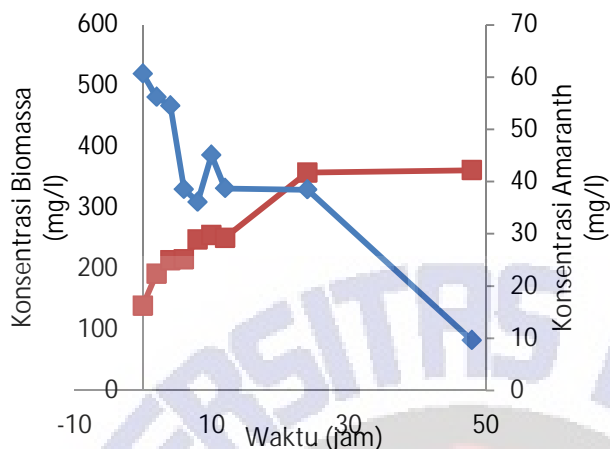
a)



b)



c)



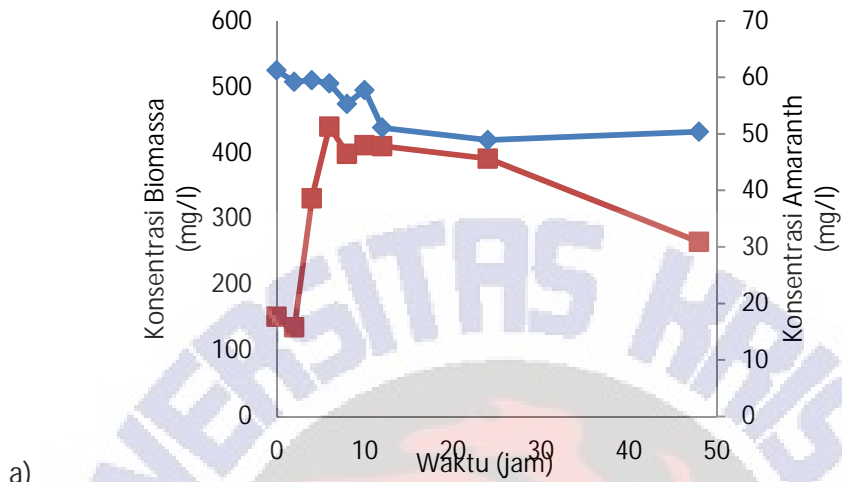
Gambar 3.1.1 Pertumbuhan sel(-□-) dan Konsentrasi Amaranth (-♦-) oleh Isolate pada medium yang ditumbuhi Isolat A (c), B (b), dan *Enterococcus faecalis* ID 6017 (a) pada Kondisi Aerob

Gambar 3.1.2 menunjukkan pola pertumbuhan ketiga isolat pada kondisi anaerob. Pada kondisi ini pola pertumbuhan isolat tidak jauh berbeda dengan kondisi anaerob. Hanya saja kemampuan dalam mereduksi Amaranth lebih tinggi pada kondisi aerob. Pada kondisi ini, kemampuan isolat textile dan jamu dalam mereduksi warna sebesar 0,118 mg/L dan 0,104 mg/L, sedangkan isolat *Enterococcus faecalis* ID 6017 sebesar 0,095 mg/L.

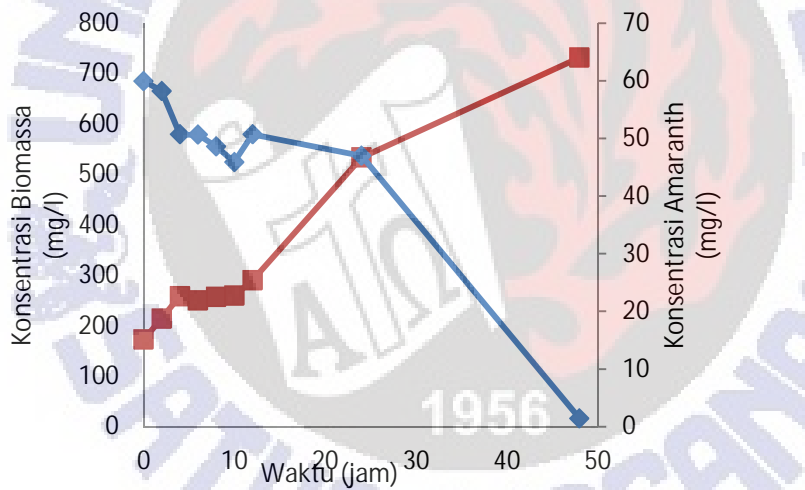
Dari hasil penelitian diketahui bahwa tidak semua isolat memiliki kemampuan mereduksi maksimal pada kondisi anaerob, seperti teori dan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Kemampuan tertinggi dalam mereduksi Amaranth terdapat pada isolat B yang ditumbuhkan dalam kondisi aerob.

Kecepatan pertumbuhan yang ditunjukkan melalui produksi biomassa, semakin menurun kemungkinan diduga disebabkan oleh berkurangnya jumlah sumber karbon sebagai bahan organik yang digunakan untuk menghasilkan energi dan pertumbuhan. Perbandingan produksi biomassa dan penurunan konsentrasi Amaranth terlihat jelas pada jumlah biomassa yang dibentuk dari 1 mg/L Amaranth. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi Amaranth, semakin meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber karbon yang ada untuk pertumbuhan. Kenyataan ini semakin menguatkan dugaan bahwa sebagian

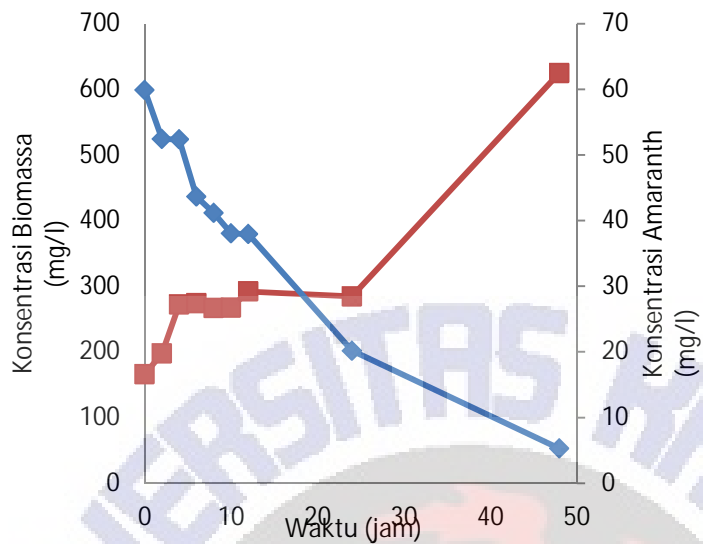
sumber karbon yang dikonsumsi digunakan untuk keperluan lain, selain produksi biomassa, juga digunakan untuk proses reduksi Amaranth.



b)



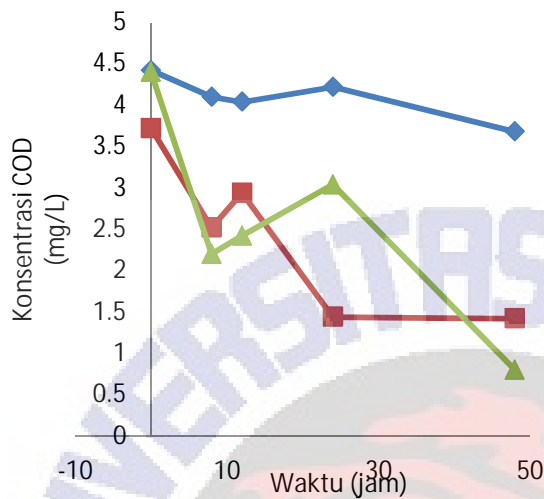
c)



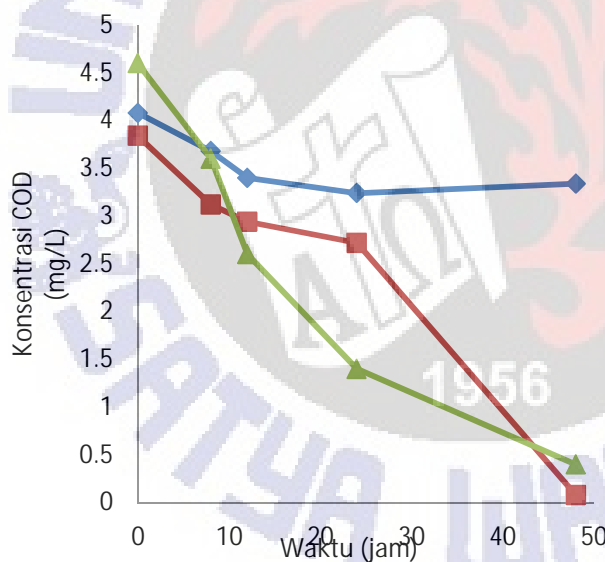
Gambar 3.1.2 Pertumbuhan sel(-□-) dan Konsentrasi Amaranth (-♦-) oleh Isolate pada medium yang ditumbuhi Isolat A (c), B (b), dan *Enterococcus faecalis* ID6017 (a) pada Kondisi Anaerob

### 3.2. Pertumbuhan Isolat terhadap Nilai COD pada Kondisi Aerob dan Anaerob

a)



b)

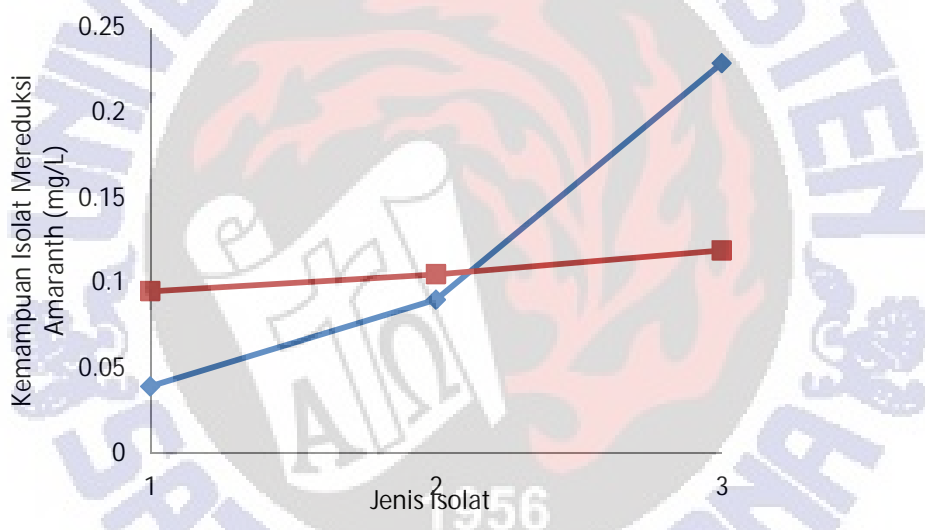


Gambar 3.2.1 Pola Pertumbuhan terhadap nilai COD Isolat *E. faecalis* (-♦-), A (-□-), dan B (-Δ-) pada Kondisi (a) Aerob, (b) Anaerob

Pertambahan biomassa selama penelitian memiliki hubungan terhadap besar penurunan konsentrasi warna dan juga removal COD. Penurunan nilai COD ini sangat dipengaruhi oleh peningkatan biomassa. Selama fase pertumbuhan, isolate bakteri menggunakan pewarna sebagai salah satu bahan organik yang

digunakan sebagai sumber karbon. Selama pertumbuhan bakteri juga menggunakan enzim yang dihasilkan untuk mereduksi Amaranth, hasilnya nilai COD yang diukur sebagai parameter untuk mengetahui jumlah oksigen yang digunakan oleh kalium bikromat untuk mengoksidasi senyawa kimia. Menunjukkan bahwa semakin berkurang nilai COD berarti semakin berkurang pula kandungan senyawa kimia dalam limbah, baik yang sulit diurai secara biologi maupun yang tidak dapat diurai secara biologi.

### 3.3. Dekolorisasi Amaranth oleh Isolat Textile, Isolat Jamu dan *Enterococcus faecalis* ID6017 pada Kondisi Aerob dan Anaerob



Gambar 3.3.1 Reduksi Amaranth 80 ppm oleh Isolat, (1) *E. faecalis* (2) Isolat B (3) Isolat A pada kondisi Aerob (-♦-) dan Anaerob (-□-)

Tabel 1. Nilai Kemampuan Mereduksi Amaranth 80 ppm oleh Isolat A, B dan *Enterococcus*

*Faecalis* ID 6017

No.	Nama Isolat	Aerob(mg/L)	Anaerob(mg/L)
1.	A	0,229	0,118
2.	B	0,089	0,104
3.	E. faecalis ID 6017	0,038	0,095

Selain untuk pertumbuhan dan pemeliharaan, isolat bakteri juga melakukan dekolorisasi pewarna. Terjadi pemutusan ikatan azo yang ditandai dengan

perubahan warna (pengurangan konsentrasi Amaranth) secara visual dari merah pekat menjadi kuning (warna medium Nutrient Broth). Hal itu didukung dengan pernyataan Meitiniarti dan Timotius (2003) bahwa bakteri pereduksi warna salah satunya *Enterococcus faecalis* ID 6017 mampu mensintesis enzim azoreductase yang mampu memutuskan ikatan azo pada kelarutan oksigen rendah. Diketahui bahwa reduksi Amaranth terjadi selama masa pertumbuhan. Waktu yang digunakan oleh bakteri berbeda – beda dalam mereduksi Amaranth. Untuk isolat textile kemampuan reduksi Amaranth maksimum pada kondisi aerob jam ke 48 sebesar 0,229 mg/L, isolat jamur memiliki kemampuan maksimal pada kondisi anaerob jam ke 48 sebesar 0,104 mg/L, dan *Enterococcus faecalis* ID 6017 memiliki kemampuan maksimum dalam mereduksi Amaranth pada kondisi anaerob jam ke 48 sebesar 0,095. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan pola konsumsi sumber karbon yang berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi Amaranth. Masing – masing bakteri memiliki pola sendiri dalam mereduksi pewarna. Pearce et al. (2003) menyatakan bahwa terdapat banyak komponen yang bersifat toksik yang terkandung dalam pewarna, hal ini mampu menghambat proses reduksi pewarna.

Nilai kemampuan mereduksi Amaranth (Tabel 1) menunjukkan nilai kemampuan mereduksi Amaranth. Diduga bahwa kemampuan enzim azo reduktase untuk mendekolorisasi Amaranth paling baik pada konsentrasi anaerob yang artinya pada kondisi ini bakteri paling efisien memanfaatkan Amaranth sebagai sumber karbon untuk dekolorisasi.



## Bab IV.

### Penutup

#### 4.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan,

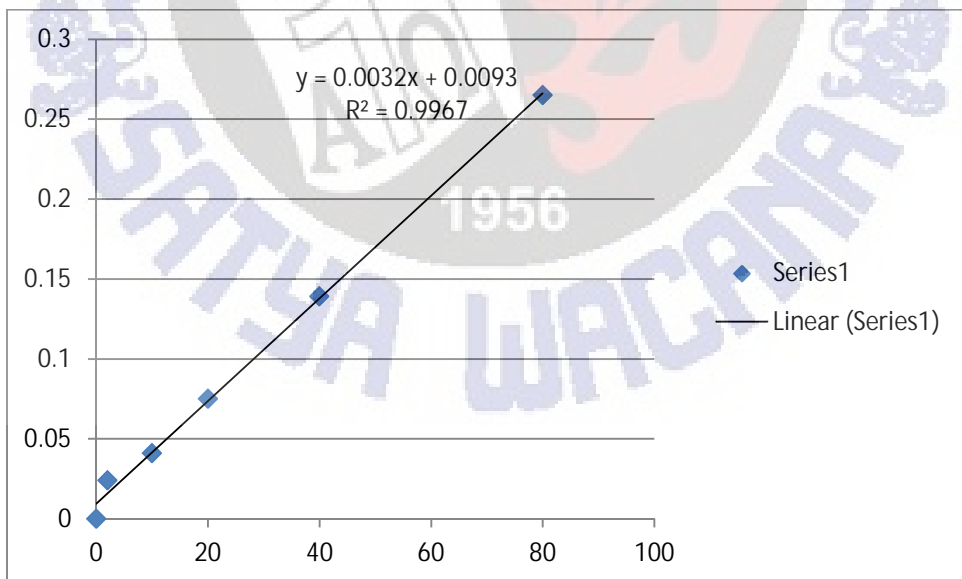
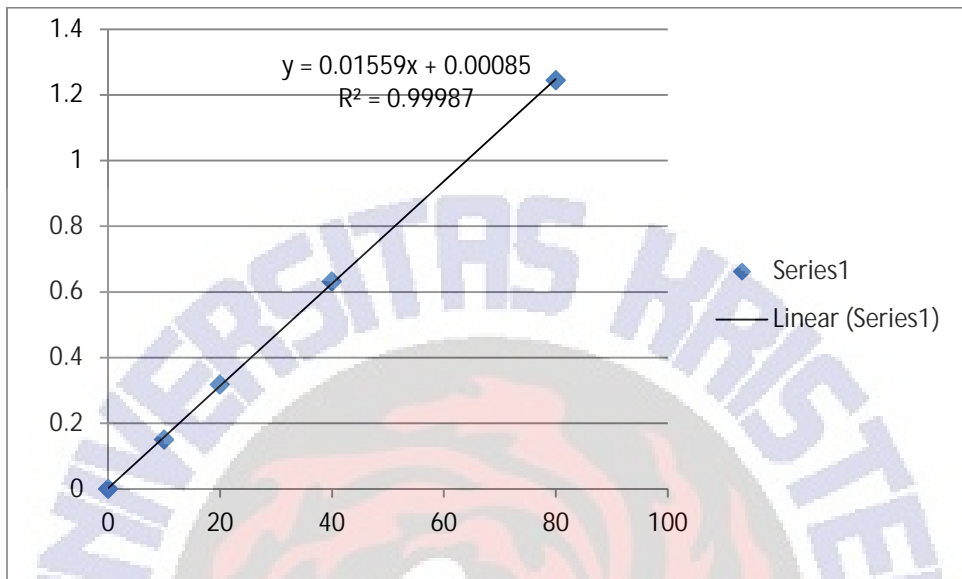
1. Kondisi terbaik bakteri dalam mereduksi Amaranth adalah kondisi anaerob.
2. Dari perbandingan efektivitas dan potensi ketiga isolat dalam degradasi Amaranth, diketahui isolat A dan B memiliki kemampuan lebih tinggi dibandingkan *Enterococcus faecalis* ID 6017.
3. Isolat A memiliki potensi mereduksi Amaranth paling tinggi pada kondisi aerob.

## Daftar Pustaka

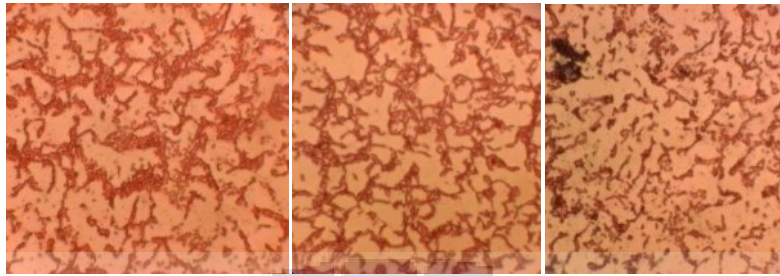
- Chang, J. S., C. Chou., Y. C. Lin., J.Y. Ho., and T.L. Hu. 2001. Kinetic Characteristics of Bacterial Azo-Dye Decolorization by *Pseudomonas luteola*. *Water Res.* 35(12):2841-2850.
- Chung, K.T., G.E. Fulk, and A.W. Andrews. 1981. Mutagenecity testing of Some Commonlyused dyes. *Appl. Environ.Microbiology*, 42:641 -648.
- Cripps, C., J. A. Bumpus, and S.D. Aust. 1990.Biodegradation of Azo and Heterocyclic Dyesby *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Environmental Microbiology*. 56(4):1114-1118.
- Hendrawan, J. T. 2004. Pertumbuhan *Enterococcus faecalis* ID 6017 dan *Chriseobacterium indolgenes* ID 6016 dalam Medium yang mengandung Orange II. Skripsi S1 Fak. Biologi, UKSW. Salatiga.
- Kapdan, I.K. and R. Oztekin. 2003. Decolorization of Textile Dyestuff Reactive Orange 16 in Fed-Batch Reactor Under Anaerobic Condition. *Enzyme and Microbial Technology*. 33: 231-235.
- Khehra, M.S., H.S. Saini D.K. Sharma B. S. Chadha, and S.S. Chimni 2004.DecolorizationOf Various Azo Dye by Bacterial Consortium.Dyes and Pigments. 67: 55e61.
- Liem, J. L. 1997. Identifikasi dan Karakterisasi Isolat – isolat Bakteri Pereduksi Amaranth yang Telah Diisolasi dari Limbah Industri Tekstil.Skripsi. Fakultas Biologi UKSW. Salatiga.
- Mara, D. 1976.Sewage Treatment in Hot Climates. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Meitiniarti, V. I. dan K.H. Timotius. 2003. Kemampuan Dekolorisasi Beberapa PewarnaOleh Kultur Bakteri SWCU 96-I03 dan Identifikasi Penyusunnya.Makalah yang Dipresentasikan dalam Simposium Nasional Hasil – hasil Penelitian.Unika Soegijapranata, Semarang 22 Maret 2003.
- Mendez-Paz. 2005.Anaerobic treatment of Azo-dye Acid Orange 7 Under Batch Conditions. *Enzyme and Microbial Technology*. 36:264-272.
- Napitupulu, M. M. 2002. Pertumbuhan *Enterococcus faecalis* ID 6017 dan Kemampuannya Mendekolorisasi Reactive Red pada Medium yang Mengandung Gliserol dan atau Reactive Red 2 dalam Sistem Curah. Skripsi Fakultas Biologi. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Handayani, W. 2003.Pertumbuhan Kultur Campur *Chriseobacterium indolgenes* Id

- 6016 Dalam Medium yang Mengandung Orange II. Skripsi S1 Fakultas Biologi, UKSW. Salatiga.
- Plumb, J. J., J. Bell., and D.C. Stuckey. 2001. The Removal of Colour from Textile Wastewater Using Whole Bacterial Cells: a review. *Dyes and Pigments* 58: 179-196.
- Schlegel Hans G., 1994. Mikrobiologi Umum. Penterjemah Tedjo Baskoro. Edisi Keenam. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suntoro, C.H. 1983. Metode Pewarnaan (Histologi dan Histokimia). Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Sutanto, D.R. 2005. Pertumbuhan dan Kemampuan Dekolorisasi *Enterococcus faecalis* ID6017 dalam Medium yang Mengandung Orange II pada Berbagai pH. Skripsi Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Sweeney, E.A., Chipmsn, J.K., Forsythe, S.J. 1994. Evidence for Direct-acting Oxidative Genotoxicity by Reduction Products of Azo Dyes. *Environmental Health Perspective* 102:119-122.
- Tan, N. C. G. and J. A. Field. 2000. Biodegradation of Sulfonated Aromatic Compounds. In: *Environmental Technology to Treat Sulfur Pollution. Principles and Engineering*. Lens.P. And Hulshoff-Pol. L. London.
- Van der Zee. 2002. Anaerobic Azo Dye Reduction. Thesis\_(tidak diterbitkan). Wageningen University. Netherlands. (<http://: unud-768-1159125426-tesis ngurah mahendra dinatha.pdf>).
- Wijaya, K., dkk. 2006. Utilisasi  $\text{TiO}_2$  Zeolit dan Sinar UV untuk Fotodegradasi Zat Warna Congo Red. *TEKNOIN*, Vol. 11. 199 – 209.
- Williamson, K. L. 1989. *Macroscale and Microscale Organic Experiments*. D.C. Health and Company. Toronto.
- Zimmermann, T., H.G. Kulla., and T. Leisinger. 1982. Properties of Purified Orange II Azoreductase. The Enzyme Initiating Azo Dye Degradation by *Pseudomonas* KF46. *European Journal of Biochemistry* 129: 197-203.

### Lampiran



Kurva Standart COD



Isolat E. faecalis P 100

Isolat Tekstil P 100

Isolat Jamu P 100



A

B

C

D

Keterangan:

A Kontrol

B Kultur *Enterococcus faecalis* ID 6017 usia 48 jam

C Kultur isolat tekstil usia 48 jam

D Kultur isolat jamu usia 48 jam